

**KESAN PERSILANGAN RADAR (*RADAR CROSS SECTION*) TERHADAP OBJEK
BERBENTUK TAJAM**

NORIEAN BINTI AZRAAIE

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
DENGAN KEPUJIAN**

**PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

April 2008



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KESAN PERSILANGAN RADAR (RADAR CROSS SECTION)
TERHADAP OBJEK BERBENTUK TAJAM

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPERJIAN
FIZIK DENGAN ELEKTRONIK

SAYA NORIEAN BINTI AZRAAIE SESI PENGAJIAN: 05 / 08
 (HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh

NURULAIN BINTI ISMAIL

LIBRARIAN


 (TANDATANGAN PUSTAKAWAN)
Noriean Azraie

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: 10, JLN INDAH
5, TMN INDAH 8G, JELOK
43000 KAJANG, SELANGOR.

Tarikh: 8 / 5 / 08PROF. DR. FAUZIAH HJ ABDYL

Nama Penyelia

Tarikh: 8 / 5 / 08

AZIZ

CATATAN:- *Potong yang tidak berkenaan.

**Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa /organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui hasil karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

4 April 2008

Noriean Azraie

NORIEAN BINTI AZRAAIE
HS2005-2916



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DIPERAKUKAN OLEH

1. PENYELIA

(PROF. DR. FAUZIAH HAJI ABDUL AZIZ)

F Hj) 8/5/2008
Abdullah Chik

2. PEMERIKSA 1

(PROF. MADYA DR. ABDULLAH CHIK)

3. PEMERIKSA 2

(PUAN TEH MEE TENG)

MK 8/5/2008
Siti Haniffah binti

4. DEKAN

(SUPT/KS PROF. MADYA DR. SHARIFF
A. KADIR S. OMANG)



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, bersyukur ke hadrat ilahi kerana dengan izinnya dapat juga saya menghabiskan seterusnya menjilidkan penulisan disertasi ini.

Seikhlas hati dan ucapan jutaan terima kasih saya tujukan kepada Prof. Dr. Fauziah Haji Abdul Aziz selaku penyelia saya untuk projek tahun akhir ini di atas kesabaran, tunjuk ajar dan bimbingan serta nasihat yang membina sepanjang tempoh perlaksanaan dan penulisan laporan projek ini.

Sekalung penghargaan dan ucapan terima kasih juga ditujukan buat En.Nazri dan En.Rahim selaku kakitangan makmal fizik di atas segala bantuan dan kerjasama dengan menyediakan peralatan dan bahan yang diperlukan sepanjang saya melaksanakan projek ini.

Setinggi-tinggi penghargaan juga ditujukan buat semua pensyarah yang telah memberikan tunjuk ajar dan ilmu pengetahuan serta idea yang berasas sepanjang tempoh pengajian saya di universiti ini.

Ucapan jutaan terima kasih yang tidak terhingga juga saya tujukan khas buat ibubapa saya, En Azraaie bin Jaid dan Pn Roslina bt Malim Menan yang telah banyak berkorban masa, tenaga, wang ringgit dan segalanya untuk menjadikan saya seorang insan yang berguna di muka bumi Allah ini.

Akhir kata, tidak lupa juga terima kasih saya tujukan buat rakan-rakan seperjuangan yang tabah dan cekal menghadapi semester akhir bersama saya dengan memberikan tunjuk ajar, idea serta sokongan moral dan yang telah membantu samada secara langsung atau tidak langsung dalam menyempurnakan disertasi ini. Sekian, terima kasih.

ABSTRAK

Kajian ini membincangkan mengenai kesan persilangan radar terhadap objek berbentuk tajam. Objektif kajian ini adalah bertujuan untuk menentukan kesan persilangan radar (RCS) dan faktor-faktor yang mempengaruhi nilai persilangan radar (RCS) terhadap objek tajam tersebut. Objek tajam yang digunakan untuk kajian ini adalah objek tajam dengan sudut 50° dan objek tajam dengan sudut 20° yang dibuat daripada bahan logam, aluminium dan kad manila. Kajian ini dijalankan di makmal Pemprosesan Isyarat dan Instrumentasi, Sekolah Sains dan Teknologi, UMS dengan menggunakan sebuah alat sistem latihan radar berjénama Lab-Volt. Parameter yang digunakan ialah jarak, frekuensi, bentuk dan bahan binaan objek tersebut. Nilai RCS diukur melalui pengukuran voltan puncak ke puncak yang diterima pada sebuah osiloskop. Nilai RCS berkadar songsang dengan penambahan jarak objek sasaran dari antena penerima. Jarak objek dari antena penerima tersebut bermula dari 0.0cm sehingga 80.0cm. Nilai persilangan radar (RCS) berkadar terus dengan penambahan isyarat frekuensi yang dipancarkan dari antena penerima. Frekuensi adalah berkadar dengan kadar 0.2GHz bagi setiap penambahan. Ia bermula dari frekuensi 8.0GHz sehingga 10.0GHz. Bentuk dan bahan binaan sasaran turut memberi kesan terhadap nilai persilangan radar (RCS) yang diperolehi.



ABSTRACT

This research discusses about radar cross section (RCS) effect for sharp targets. The objective of this research is to determine the effect and factor that influence radar cross section (RCS) for sharp targets. Sharp targets that has been used in this research include sharp object with angle 50° and sharp object with angle 20°. All target are made from metal, aluminium and manila card. The work was carried out in lab of ‘Pemprosesan Isyarat dan Instrumentasi’, School of Science and Technology, UMS. A set of Lab-Volt radar training system is been used to complete the research. Parameter used was range, frequency, shape and material of the objects. The values of RCS are measured through measurement of peak voltage by using oscilloscope. The value of radar cross section (RCS) has decreased when the range of the target from receiving antenna has increased. The range from table position ranges from 0.0 cm until 80.0 cm. The frequency from transmitting antenna is proportional to the value of RCS. The rate of frequency is 0.2 GHz from 8.0 GHz until 10.0 GHz. The differences in shape and material made the targets affect the value of RCS.

KANDUNGAN

PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xiii
SENARAI RAJAH	xv
SENARAI FOTO	xvii
SENARAI SIMBOL	xix
SENARAI SINGKATAN	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Tujuan utama kajian	3
1.3 Objektif kajian	3
1.4 Skop kajian	4
1.5 Lokasi kajian	4
1.6 Hipotesis kajian	5
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	6
2.1 Sejarah radar	6
2.2 Definisi radar	7
2.3 Operasi dan prinsip radar	8

2.3.1	Penghasilan masa, frekuensi dan aturan	9
2.3.2	Alat pemancar	10
2.3.3	Modulasi	10
2.3.4	Duplekser	10
2.3.5	Antena	11
2.3.6	Pengatur antena	11
2.3.7	Alat penerima	11
2.3.8	Isyarat pemprosesan	12
2.3.9	Data pemprosesan	12
2.3.10	Isyarat	12
2.4	Aplikasi radar	13
2.4.1	Kawalan trafik udara	14
2.4.2	Keselamatan kapal	15
2.4.3	Angkasa	15
2.4.4	Alat pengesan	15
2.4.5	Penguatkuasa undang-undang	16
2.4.6	Ketenteraan	17
2.5	Jenis-jenis radar dan fungsinya	18
2.5.1	Radar primer	18
2.5.2	Radar sekunder	19
2.5.3	Radar monostatik	20
2.5.4	Radar bistatik	20
2.6	Faktor-faktor yang mempengaruhi keberkesanan radar	21

2.6.1	Kesan gangguan atmosfera	22
2.6.2	Clutter	22
2.7	Frekuensi radar	23
2.8	Persamaan radar	26
2.8.1	Pengenalan persamaan radar	26
2.8.2	Persamaan radar	27
2.8.3	Gandaan antena	29
2.8.4	Rambatan gelombang kehadapan	30
2.8.5	Rambatan gelombang kebelakang	32
2.8.6	Isyarat gema	33
2.8.7	Pantulan gelombang sasaran	34
2.9	Pengekstrakan maklumat sasaran	34
2.9.1	Tandatangan pengenalan radar	35
2.9.2	Pengesanan	36
2.9.3	Lokasi dan posisi sasaran	37
2.10	Nilai persilangan radar (RCS)	38
2.10.1	Komponen persilangan radar	39
2.10.2	RCS objek dan takrifan	40
2.10.3	Nilai RCS bagi objek tajam	41
BAB 3	METODOLOGI	42
3.1	Pengenalan	42
3.2	Model sistem radar	43

3.2.1	Radar pengesan sasaran bergerak	47
3.2.2	Radar pemancar	47
3.2.3	Radar penerima	48
3.2.4	Radar synchronizer / pengawal antena	48
3.2.5	Paparan posisi kedudukan	48
3.2.6	Saluran dual sampel	49
3.2.7	Motor pemandu antena dan bekalan kuasa	49
3.2.8	Pengawal tangan	50
3.2.9	Sistem kedudukan sasaran	50
3.3	Sasaran berbentuk tajam	51
3.3.1	Bahan binaan objek sasaran	51
3.4	Kalibrasi sistem radar	55
3.5	Prosedur pelaksanaan kajian	56
3.5.1	Kesan persilangan radar (RCS) terhadap penambahan jarak sasaran dari antena penerima	56
3.5.2	Kesan persilangan radar (RCS) terhadap perubahan bentuk sasaran	57
3.5.3	Kesan persilangan radar (RCS) terhadap perubahan frekuensi dari antena pemancar	58
3.6	Langkah-langkah keselamatan	59

BAB 4	HASIL DAN ANALISIS DATA	61
4.1	Pendahuluan	61
4.2	Kesan persilangan radar (RCS) terhadap perubahan jarak sasaran dari antena penerima.	63
4.2.1	Analisis data bagi nilai persilangan radar (RCS) terhadap perubahan dan penambahan jarak sasaran dari antena penerima.	70
4.3	Kesan persilangan radar (RCS) terhadap perubahan frekuensi dari isyarat pemancar.	77
4.3.1	Analisis data bagi nilai persilangan radar (RCS) terhadap perubahan nilai frekuensi yang dikeluarkan oleh isyarat pemancar.	84
4.4	Kesan persilangan radar (RCS) terhadap perubahan bentuk dan saiz sasaran.	91
4.4.1	Analisis data bagi nilai persilangan radar (RCS) terhadap perubahan bentuk dan bahan binaan sasaran.	94
BAB 5	PERBINCANGAN	99
5.1	Perbincangan nilai RCS terhadap penambahan jarak sasaran dari antena penerima.	99
5.2	Perbincangan nilai RCS terhadap perubahan frekuensi pada isyarat pemancar.	101

5.3 Perbincangan nilai RCS terhadap perubahan bentuk dan bahan binaan sasaran. **103**

BAB 6 **KESIMPULAN DAN CADANGAN** **106**

RUJUKAN **108**

SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
Jadual 2.1 Piawaian frekuensi radar	25
Jadual 2.2 Prinsip pengesanan	36
Jadual 3.1 Tetapan pada osiloskop	56
Jadual 4.1 Kuasa relatif (dB) bagi objek tajam yang dibuat daripada <i>metal</i> dengan sudut 50° pada jarak yang makin bertambah dari antena pemancar.	64
Jadual 4.2 Kuasa relatif (dB) bagi objek tajam yang dibuat daripada <i>metal</i> dengan sudut 20° pada jarak yang makin bertambah dari antena pemancar.	65
Jadual 4.3 Kuasa relatif (dB) bagi objek tajam yang dibuat daripada aluminium dengan sudut 50° pada jarak yang makin bertambah dari antena pemancar.	66
Jadual 4.4 Kuasa relatif (dB) bagi objek tajam yang dibuat daripada aluminium dengan sudut 20° pada jarak yang makin bertambah dari antena pemancar.	67
Jadual 4.5 Kuasa relatif (dB) bagi objek tajam yang dibuat daripada kad manila dengan sudut 50° pada jarak yang makin bertambah dari antena pemancar.	68
Jadual 4.6 Kuasa relatif (dB) bagi objek tajam yang dibuat daripada kad manila dengan sudut 20° pada jarak yang makin bertambah dari antena pemancar.	69



Jadual 4.7	Kuasa relatif (dB) bagi objek tajam yang dibuat daripada <i>metal</i> dengan sudut 50° pada nilai frekuensi yang semakin bertambah dari isyarat pemancar.	78
Jadual 4.8	Kuasa relatif (dB) bagi objek tajam yang dibuat daripada <i>metal</i> dengan sudut 20° pada nilai frekuensi yang semakin meningkat dari isyarat pemancar.	79
Jadual 4.9	Kuasa relatif (dB) bagi objek tajam yang dibuat daripada aluminium dengan sudut 50° pada nilai frekuensi yang semakin bertambah dari isyarat pemancar.	80
Jadual 4.10	Kuasa relatif (dB) bagi objek tajam yang dibuat daripada aluminium dengan sudut 20° pada nilai frekuensi yang semakin meningkat dari isyarat pemancar.	81
Jadual 4.11	Kuasa relatif (dB) bagi objek tajam yang dibuat daripada kad manila dengan sudut 50° pada nilai frekuensi yang semakin bertambah dari isyarat pemancar.	82
Jadual 4.12	Kuasa relatif (dB) bagi objek tajam yang dibuat daripada kad manila dengan sudut 20° pada nilai frekuensi yang semakin meningkat dari isyarat pemancar.	83
Jadual 4.13	Kuasa relatif (dB) bagi objek tajam yang bersudut 50° dan 20° pada jarak sasaran yang semakin meningkat bagi objek yang diperbuat daripada <i>metal</i> , aluminium dan kad manila.	92
Jadual 4.14	Kuasa relatif (dB) bagi objek tajam yang bersudut 50° dan 20° pada nilai frekuensi yang semakin meningkat bagi objek yang diperbuat daripada <i>metal</i> , aluminium dan kad manila.	93

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat	
Rajah 1.1	Prinsip asas radar.	3
Rajah 2.1	Gambarajah blok sistem radar.	9
Rajah 2.2	Pengkelasan frekuensi radar dalam spektrum elektromagnet.	24
Rajah 2.3	Prinsip gandaan antena.	29
Rajah 2.4	Konsep kepadatan kuasa.	32
Rajah 2.5	Tangkapan isyarat gema pada antena penerima.	33
Rajah 2.6	Konsep jarak sasaran.	35
Rajah 2.7	Konsep pengesanan.	37
Rajah 2.8	Koordinat sfera.	37
Rajah 2.9	Model kawasan persilangan radar (RCS).	38
Rajah 3.1	Kedudukan alat proses kalibrasi	55
Rajah 3.2	Kedudukan parapet sebagai langkah keselamatan	60
Rajah 4.1	Graf kuasa relatif (dB) melawan jarak (cm) bagi sampel atau objek tajam yang dibuat daripada logam dengan sudut 50° dan 20°.	71
Rajah 4.2	Graf kuasa relatif (dB) melawan jarak (cm) bagi sampel atau objek tajam yang dibuat daripada aluminium dengan sudut 50° dan 20°.	73
Rajah 4.3	Graf kuasa relatif (dB) melawan jarak (cm) bagi sampel atau objek tajam yang dibuat daripada kad manila dengan sudut 50° dan 20°.	75
Rajah 4.4	Graf kuasa relatif (dB) melawan frekuensi (GHz) bagi objek tajam yang dibuat daripada logam dengan sudut 50° dan 20°.	85

Rajah 4.5	Graf kuasa relatif (dB) melawan frekuensi (GHz) bagi sampel tajam yang dibuat daripada aluminium dengan sudut 50° dan 20° .	87
Rajah 4.6	Graf kuasa relatif (dB) melawan frekuensi (GHz) bagi sampel tajam yang dibuat daripada kad manila dengan sudut 50° dan 20° .	89
Rajah 4.7	Graf kuasa relatif (dB) melawan jarak (cm) bagi sampel tajam yang dibuat daripada logam, aluminium dan kad manila.	95
Rajah 4.8	Graf kuasa relatif (dB) melawan jarak (cm) bagi sampel tajam yang dibuat daripada logam, aluminium dan kad manila.	95
Rajah 4.9	Graf kuasa relatif (dB) melawan frekuensi (GHz) bagi sampel tajam yang dibuat daripada logam, aluminium dan kad manila.	97
Rajah 4.10	Graf kuasa relatif (dB) melawan frekuensi (GHz) bagi sampel tajam yang dibuat daripada logam, aluminium dan kad manila.	97



SENARAI FOTO

No Foto	Muka Surat
Foto 2.1	Penggunaan radar di lapangan terbang. 14
Foto 2.2	Penggunaan radar untuk pemetaan keadaan laut, tanaman, pembentukan geologi dan pencemaran alam sekitar. 16
Foto 2.3	Penggunaan radar dalam bidang ketenteraan. 17
Foto 3.1	Antena dan pedal putaran antena 43
Foto 3.2	Model sistem radar. 44
Foto 3.3	Osiloskop. 45
Foto 3.4	Pengawal sasaran. 45
Foto 3.5	Pengawal tangan. 46
Foto 3.6	Sistem kedudukan sasaran. 46
Foto 3.7	Objek tajam dengan sudut 50° yang dibuat daripada metal (logam). 52
Foto 3.8	Objek tajam dengan sudut 20° yang dibuat daripada metal (logam). 52
Foto 3.9	Objek tajam dengan sudut 50° yang dibuat daripada aluminium. 53

Foto 3.10	Objek tajam dengan sudut 20° yang dibuat daripada aluminium.	53
Foto 3.11	Objek tajam dengan sudut 50° yang dibuat daripada kad manila.	54
Foto 3.12	Objek tajam dengan sudut 20° yang dibuat daripada kad manila.	54

SENARAI SIMBOL

c	Halaju cahaya, $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
π	Pemalar, 3.142
λ	Panjang gelombang
n	Nano, 1×10^{-9}
G	Giga, 1×10^9
M	Mega, 1×10^6
F	Frekuensi
Hz	Hertz
t	Masa
dB	Decibel
Ω	Unit bagi rintangan
P	Kuasa
G	Gandaan antena
B	Medan magnet
E	Medan elektrik
R	Jarak atau sasaran
σ	Nilai RCS dalam unit m^2
v	Halaju
A	Luas kawasan atau luas permukaan objek

SENARAI SINGKATAN

RADAR	<i>Radio detection and Ranging</i>
RCS	Persilangan radar (<i>Radar cross section</i>)
MTD	Pengesan sasaran bergerak digital (<i>Moving target detector</i>)
PPI	Paparan posisi kedudukan (<i>Plan position indicator</i>)
TPS	Sistem kedudukan sasaran (<i>Target positioning system</i>)
CW	Gelombang berterusan (<i>Continous wave</i>)
ns	Nanosaat
RF	Frekuensi radio (<i>Radio frequency</i>)
EW	Electronic warefare
FM	Frequency modulation
GHz	Giga Hertz
v/div	Voltan per divisyen
VLF	Frekuensi sangat rendah (<i>Very low frequency</i>)
LF	Frekuensi rendah (<i>Low frequency</i>)
HF	Frekuensi tinggi (<i>High frequency</i>)
UHF	Frekuensi ultra tinggi (<i>Ultra high frequency</i>)
VHF	Frekuensi sangat tinggi (<i>Very high frequency</i>)



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

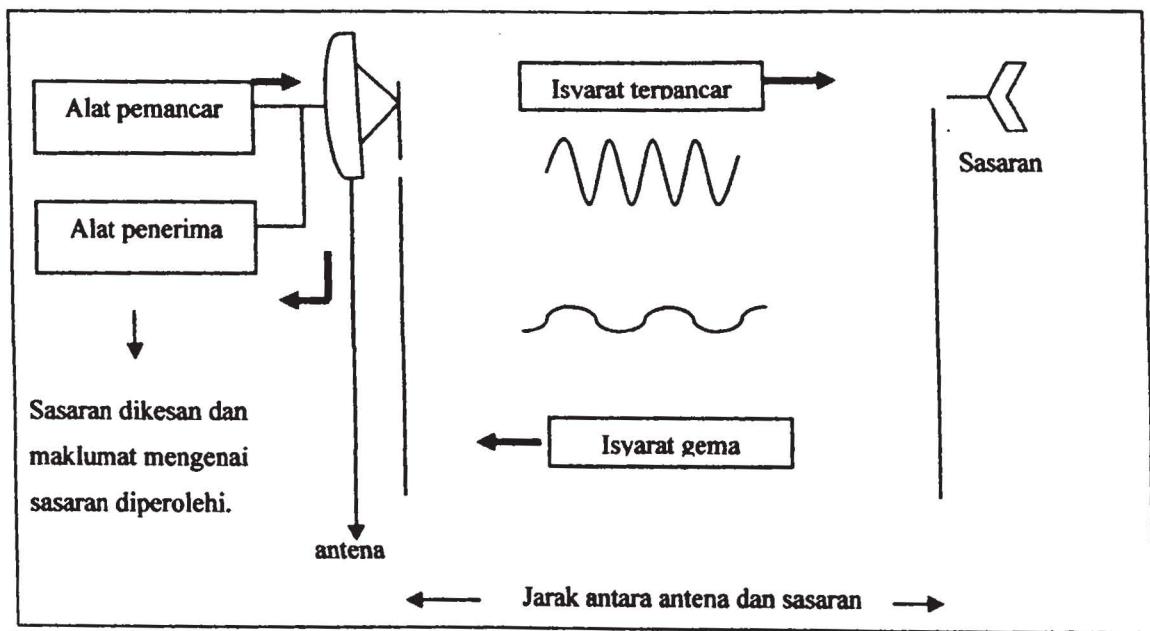
Sejak perang dunia tamat, sistem dan teknologi radar terus berkembang dan dibangunkan untuk pelbagai sektor di dunia dan tidak terhad kepada bidang ketenteraan sahaja. Dalam masa yang sama, perkembangan radar juga dipengaruhi oleh keperluan penggunaan radar yang meningkat dalam kegunaan awam seperti kawalan trafik udara, penderia jauh bagi alam sekitar, kapal terbang, kapal laut dan pengukuran kelajuan bagi sesebuah objek yang bergerak serta pemantauan di ruang angkasa lepas. (Edde, 1995)

Bidang industri juga ditemui menggunakan aplikasi radar. Ia digunakan dalam pencarian minyak di dasar laut. Ahli entomologi dan ahli ornitologi menggunakan radar untuk mengkaji pergerakan serangga dan burung. (Skolnik, 2001)

Keistimewaan radar itu sendiri berbanding alat-alat penderia inframerah dan alat optikal lain ialah ia mampu untuk mengesan objek pada sebarang keadaan dan cuaca yang tidak telus dengan penglihatan manusia seperti kegelapan, jerebu, kabut, hujan dan salji. (Skolnik, 2001)

Radar berfungsi dengan memancarkan tenaga elektromagnet ke ruang udara menggunakan alat pemancar iaitu antena dan mengesan isyarat gema yang dipantulkan oleh objek sasaran. Isyarat gema ini akan dicerap oleh antena penerima. Tenaga yang terpantul dan kembali ke radar atau antena penerima tidak sekadar menunjukkan kehadiran objek, malah dengan membandingkan isyarat gema yang diterima dan isyarat yang terpancar, kedudukan objek dapat diperolehi bersama-sama dengan maklumat lain.

(Skolnik, 2001)



Rajah 1.1 Prinsip asas radar (Skolnik, 2001)

Persilangan radar (RCS) merupakan satu kaedah yang digunakan untuk mengukur kemampuan sesuatu objek untuk mengembalikan tenaga radar yang dipancarkan terhadapnya kepada antena penerima dalam bentuk isyarat gema. Persilangan radar untuk sebuah objek sasaran diertikan sebagai kawasan persilangan sejumlah nilai tenaga yang bertabur secara sekata dalam semua arah dan menghasilkan isyarat gema yang dicerap oleh antena penerima dimana kuasa yang dicerap adalah sama dengan kuasa yang dipancarkan. (Eugene, 1993)

1.2 Tujuan utama kajian

Tujuan utama kajian adalah untuk mengenalpasti kesan persilangan radar terhadap objek yang berbentuk tajam.

1.3 Objektif kajian

Sebagai cara untuk menjayakan tujuan utama kajian, beberapa objektif dibina bagi menyokong tujuan utama seterusnya menjayakan matlamat tersebut. Antara objektif yang dibina ialah membina model objek berbentuk tajam menggunakan tiga bahan binaan dengan pembolehubah sudut yang berlainan. Seterusnya, mengenalpasti perbezaan nilai persilangan radar terhadap objek tajam yang mempunyai saiz dan bentuk yang berlainan. Kemudian, menentukan ciri-ciri nilai persilangan radar terhadap objek yang diletakkan pada jarak atau kedudukan yang berbeza. Seterusnya, mengenalpasti perbezaan kesan persilangan radar terhadap objek sasaran dengan frekuensi pembawa objek sasaran yang

RUJUKAN

Afiq Zhofri bin Abdul Razak. 2004. *Kesan persilangan radar (rcs) terhadap objek sasaran pasif*. Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu (Tidak diterbitkan).

Eugene F. Knott. 1993. *Radar cross section measurements*. Van Nostrand Veinhold, New York.

Edde, B.1995. *Radar principle, technology, application*. Prentice Hall, U.S.

Harre, I. 2004. *RCS in radar range calculations for maritime targets*. Ed. Ke-2. Bremen, Germany.

Instruction Manual, 1999. Modul 9607: Target positioning system. Staff of Lab-Volt (Queback) Ltd. Canada.

Instruction Manual, 1999. Modul 9602: Radar synchronizer. Staff of Lab-Volt (Queback) Ltd. Canada.

Instruction Manual, 1999. Modul 9623: PPI scan converter. Staff of Lab-Volt (Queback) Ltd. Canada.

Instruction Manual, 1999. Modul 9620: Radar transmitter. Staff of Lab-Volt (Queback) Ltd. Canada.

Instruction Manual, 1999. Modul 9621: Radar receiver. Staff of Lab-Volt (Queback) Ltd. Canada.

Instruction Manual, 1999. Modul 9625: Radar target tracker. Staff of Lab-Volt (Queback) Ltd. Canada.

Johnston, S.L. 1998. The international radar directory who makes what and where.
National radar conference, ms. 80-85.

Lim Kuen Lih. 2006. *Kesan persilangan radar (rcs) terhadap objek berbentuk sfera*.
Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu (Tidak diterbitkan).

Mahafza, B.R. 1998. *Introduction to radar analysis*. Colsa corporation, Alabama.

Microsoft ® Encarta ® 2007. © 1993-2006 Microsoft Corporation. All rights reserved.

Skolnik, M.I. 2001. *Introduction to radar system*. Mc Graw Hill, New York.

Voles, R. 1993. Resolving revolutions: imaging and mapping by modern radar. *Radar and signal processing* 140 (1), ms. 1-11.

Vivien Quee. 2006. *Kajian persilangan radar dengan (rcs) dengan lab-volt- angle tracking*. Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu (Tidak diterbitkan).